

[First Hit](#)[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)☐

Generate Collection

Print

L8: Entry 64 of 96

File: JPAB

Dec 17, 1983

PUB-NO: JP358217661A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 58217661 A

TITLE: HEAT RESISTANT STEEL

PUBN-DATE: December 17, 1983

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

USUDA, HIROSHI

SAKUMOTO, YOSHIRO

TSUJI, ICHIRO

KAWAI, HISATAKA

YAMADA, SEIKICHI

WATANABE, KAZUNORI

SASAKI, KOICHI

US-CL-CURRENT: 420/38; 420/69

INT-CL (IPC): C22C 38/50; C22C 38/50

ABSTRACT:

PURPOSE: To enhance the high temp. characteristics of heat resistant steel and toughness thereof in the vicinity of a room temp. and to make productivity thereof well and inexpensive, by forming said heat resistant steel from a specific composition containing C, Ni, Cr, Mo, V, Nb or Ta and Zr and substantially comprising the remainder Fe.

CONSTITUTION: This heat resistant steel has a composition as mentioned hereinbelow. That is, in wt% basis, it contains 0.15~0.25% C, 0.75~2% Ni, 9.5~12.5% Cr, 1~1.75% Mo, 0.1~0.4% V, 0.1~0.4% one kind or more Nb and Ta and 0.02~0.1% Zr and, according to necessity, further containing one or more 0.1~ 1% W and 0.5~1.5% Co and comprises the remainder Fe and inevitable impurities. The max. using temp. of this heat resistant steel comes to about 500°C or more.

COPYRIGHT: (C) 1983, JPO&Japio

[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—217661

⑤ Int. Cl.³
C 22 C 38/50

識別記号
CBS

庁内整理番号
7217—4K

③ 公開 昭和58年(1983)12月17日
発明の数 4
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑭ 耐熱鋼

号三菱重工業株式会社高砂研究
所内

⑯ 特 願 昭57—97587

⑯ 発 明 者 河合久孝

⑯ 出 願 昭57(1982)6月9日

高砂市荒井町新浜2丁目1番1
号三菱重工業株式会社高砂研究
所内

⑯ 発 明 者 薄田寛

⑯ 発 明 者 山田誠吉

高砂市荒井町新浜2丁目1番1
号三菱重工業株式会社高砂研究
所内

渋川市行幸田128の5

⑯ 発 明 者 作本嘉郎

⑯ 出 願 人 三菱重工業株式会社

高砂市荒井町新浜2丁目1番1
号三菱重工業株式会社高砂研究
所内

東京都千代田区丸の内2丁目5
番1号

⑯ 発 明 者 辻一郎

⑯ 代 理 人 弁理士 小塩豊

高砂市荒井町新浜2丁目1番1

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

耐 熱 鋼

2. 特許請求の範囲

(1) 重量%で、C : 0.15 ~ 0.25 %、Ni : 0.75 ~ 2 %、Cr : 9.5 ~ 12.5 %、Mo : 1 ~ 1.75 %、V : 0.1 ~ 0.4 %、Nb、Ta の 1 種または 2 種 : 0.1 ~ 0.4 %、Zr : 0.02 ~ 0.1 %、残部 Fe および不可避的不純物よりなることを特徴とする耐熱鋼。

(2) 重量%で、C : 0.15 ~ 0.25 %、Ni : 0.75 ~ 2 %、Cr : 9.5 ~ 12.5 %、Mo : 1 ~ 1.75 %、V : 0.1 ~ 0.4 %、Nb、Ta の 1 種または 2 種 : 0.1 ~ 0.4 %、Zr : 0.02 ~ 0.1 %、W : 0.3 ~ 1 %、残部 Fe および不可避的不純物よりなることを特徴とする耐熱鋼。

(3) 重量%で、C : 0.15 ~ 0.25 %、Ni : 0.75 ~ 2 %、Cr : 9.5 ~ 12.5 %、Mo : 1 ~ 1.75 %、V : 0.1 ~ 0.4 %、Nb、Ta の 1 種または 2 種 : 0.1 ~ 0.4 %、Zr : 0.02 ~ 0.1 %、

Co : 0.5 ~ 1.5 %、残部 Fe および不可避的不純物よりなることを特徴とする耐熱鋼。

(4) 重量%で、C : 0.15 ~ 0.25 %、Ni : 0.75 ~ 2 %、Cr : 9.5 ~ 12.5 %、Mo : 1 ~ 1.75 %、V : 0.1 ~ 0.4 %、Nb、Ta の 1 種または 2 種 : 0.1 ~ 0.4 %、Zr : 0.02 ~ 0.1 %、W : 0.3 ~ 1 %、Co : 0.5 ~ 1.5 %、残部 Fe および不可避的不純物よりなることを特徴とする耐熱鋼。

3. 発明の詳細な説明

この発明は、高温特性がすぐれると同時に室温付近での靱性が高い耐熱鋼に関するものである。

すぐれた高温特性ならびに室温付近での高い靱性が要求される構造部品としては、例えば、ガスタービンやジェットエンジンなどのタービンディスクがあり、従来、例えば次のような材料が使用されていた。すなわち、(1) 2.00 ~ 4.00 % Ni - 0.75 ~ 2.00 % Cr - 0.20 ~ 0.70 % Mo - 0.05 % 以下 V 鋼 (ASTM A471 クラス 1 ~ 9)、(2) 0.85 ~ 1.25 % Cr - 1.00 ~ 1.50 % Mo - 0.20 ~ 0.30 % V 鋼 (ASTM A471 クラス 10)、

(3)-① 11.0 % Cr - 0.8 % Mo - 0.20 % V - 0.25 % Nb - 0.035 % B 鋼 (12 % Cr , B 入り鋼)、
 (3)-② 11.6 % Cr - 0.6 % Mo - 0.30 % V - 0.25 % Nb 鋼、(3)-③ 11.2 % Cr - 0.6 % Mo - 0.30 % V - 0.8 % Nb 鋼、(4)-① 12.00 ~ 15.00 % Cr - 24.00 ~ 28.00 % Ni - 2.50 ~ 3.50 % Mo - 1.55 ~ 2.00 % Ti - 最大 0.50 % Cu - 最大 0.35 % Al - 0.0010 ~ 0.010 % B 鋼 (ASTM A638 グレード 662)、(4)-② 13.50 ~ 16.00 % Cr - 24.00 ~ 27.00 % Ni - 1.00 ~ 1.50 % Mo - 1.90 ~ 2.35 % Ti - 最大 0.35 % Al - 0.10 ~ 0.50 % V - 0.0010 ~ 0.010 % B 鋼 (ASTM A638 グレード 660) などである。

これらのうち、(1)鋼は、比較的高い強度 (耐力 $70 \sim 120 \text{ Kgf/cm}^2$) と良好な靱性 ($+25^\circ\text{C}$ における 2 mV ノットシャルビー衝撃吸収エネルギー $5 \sim 10 \text{ Kgf} \cdot \text{m}$ 以上) を兼備し、溶解、鍛造、熱処理なども比較的簡単に低価格であり、入手も容易であるという利点を有している。しかし、タービンディスクの使用温度が $300 \sim 350^\circ\text{C}$ 以

上になると材料のクリープ領域に入るため、材料強度の設計上このようなクリープ領域をも考慮する必要が生じ、複雑になるという欠点を有している。また、引張強さ、耐力などの強度は長時間使用にしたがつて低下する軟化現象を生じ、さらに $350 \sim 500^\circ\text{C}$ の温度範囲で数百～数万時間使用すると焼もどし脆性を生じ、靱性が著しく低下するという欠点もある。このような欠点は、主に数%のNiを含む低合金鋼で焼入れ焼もどしの調質を行い、強度と靱性を高めた場合に生ずる材料の宿命である。

また、(2)鋼は、前記(1)鋼と同様に低価格でかつ入手も容易であり、前記(1)鋼のような著しい軟化現象や焼もどし脆性を示さず、使用温度が $430 \sim 480^\circ\text{C}$ まではクリープ領域に入らないため、前記(1)鋼よりも使用温度を $100 \sim 200^\circ\text{C}$ 程度高くすることが可能であるという利点を有している。しかし、この(2)鋼は前記(1)鋼ほどには靱性にすぐれておらず、特に引張強さや耐力などの強度を高めようとした場合に靱性が著しく低下すると

いう欠点を有している。そして、例えば耐力を $70 \sim 80 \text{ Kgf/cm}^2$ 以上の高い値となるように調質すると、靱性が $1 \sim 2 \text{ Kgf} \cdot \text{m}$ ($+25^\circ\text{C}$ における 2 mV ノットシャルビー衝撃吸収エネルギー) 程度まで著しく低下し、また、 400°C 程度の温度でもクリープ領域に入り、このクリープ領域で切欠弱化 (平滑クリープ破断強さが切欠クリープ破断強さより弱くなる現象) を起すため、タービンディスク用材料として使用する場合に強度をあまり高くする調質を行うことができず、一般に上記(1)鋼よりも低い強度に抑える必要があり、通常の場合、室温における耐力は $60 \sim 70 \text{ Kgf/cm}^2$ 以下であるという欠点を有する。

さらに、(3)鋼は12%Cr系ステンレス鋼であり、Crを多量に含有しているため、前記(1)鋼や(2)鋼に比べて耐食・耐酸化性がすぐれているという利点を有する。しかし、従来開発されている12%Cr系ステンレス鋼は、合金元素が多いにもかかわらず高温における強度や室温における靱性は前記(2)鋼と類似したような挙動を示し、ター

ビンディスク用材料としてさほど好ましいものとはいえない。

さらにまた、(4)鋼は、NiおよびCrを多量に含有しているため、耐食・耐酸化性は上記(3)鋼よりもさらにすぐれ、高温強度が大であり、 $500 \sim 580^\circ\text{C}$ 以上の温度でクリープ領域に入るため、タービンディスク用材料として用いる場合にその使用温度を高くとることができるという利点を有している。また、(4)鋼は均一なオーステナイト組織を有しているため、室温以下の低温でも脆性破壊を起さず、設計において脆性を考慮する必要がないという利点を有し、さらに、(4)鋼の強度は溶体化処理によつて r' 相 ($\text{Ni}_3(\text{Al}, \text{Ti})$) なる金属間化合物の析出によりもたらされるので、前記(1)～(3)鋼のように調質時における質量効果を考慮する必要が全くないという利点も有している。しかし、この(4)鋼は、Ni, Cr, Moなどの高価な合金元素を多量に含有しており、また、Ti, Alなどの活性な合金元素を含有しているため、通常の大気溶解法は適用しがたく、真空誘導溶解法や

真空アーク溶接法などの特殊な溶接法を適用せざるを得ず、従つてかなりの価格上昇をもたらすという欠点を有しており、近年のようにガスタービン等の高効率化と大容量化に伴つてタービンディスクの単体重量が大きくなつてくる(例えば5 ton以上)と、製造価格はかなり高いものとなるという欠点を有している。

この発明は、上述したような従来の欠点に着目してなされたもので、製造性が良好で安価であり、しかも最高使用温度を500℃以上の高い温度まで上げることができ、したがつて最高使用温度を下げるための設計面からの特別な配慮を緩和することができ、加えて靱性にもすぐれた耐熱鋼を得ることを目的としている。

そこで、このような耐熱鋼を得るために、12% Cr系耐熱鋼についてさらに検討を加えた。この12% Cr系耐熱鋼は、低合金鋼に比べて合金元素が若干多いため、価格も若干上昇するが、前記(4)鋼よりは低価格であり、最高使用温度を高めることができれば、例えばタービンの熱効率を上

昇できること、最高使用温度を抑えるための特別な配慮(冷却構造および付帯装置等)が必要でないことなどの利点を有しているため、確定的な価格はむしろ低下できる点に着目して開発を進めた。そこで、従来の12% Cr系鋼の高温強度および室温付近での靱性を高めるために、NbやVを添加する考えもある。これは、NbやVが結晶微細化効果を有し、室温付近での靱性向上に顕著な効果を有するためである。しかし、NbやVはマーフェライト生成元素であり、あまり多く添加するとマーフェライトが多量に生成し、かえつて高温強度が低下するという問題を生ずる。そのため、さらに研究を進めた結果、この発明を完成するに至つた。

この発明による高温特性ならびに靱性がすぐれた耐熱鋼は、重量%で、C: 0.15~0.25%、Ni: 0.75~2%、Cr: 9.5~12.5%、Mo: 1~1.75%、V: 0.1~0.4%、Nb, Taの1種または2種: 0.1~0.4%、Zr: 0.02~0.1%、および必要に応じて、W: 0.3~1%、Co:

0.5~1.5%、残部Feおよび不可避免的不純物よりなることを特徴としている。

以下、この発明による耐熱鋼の成分範囲(重量%)の限定理由について説明する。

C: 0.15~0.25%

Cは、耐熱鋼の室温および高温における強度ならびに硬さを付与するのに必要な元素である。この耐熱鋼の強度を高めるためには、まず第1に炭素と炭化物生成元素(例えばCr, Mo, V, Nb, Taなど)とが結合した炭化物を適当な焼もどしにより生成させること、および第2にそれらの炭化物を微細にかつ均一に分布させること、が必要であり、そのためには適量のCの存在が必須となる。しかし、C含有量が0.15%未満であると強度が出ないばかりでなく、これを素材とする製品の疲労特性や靱性を劣化させる有害なマーフェライトの生成・残存がまぬがれず、逆にC含有量が0.25%を超えると炭化物がかなり増加し、高温長時間焼で炭化物の硬集に伴う高温強度の低下を来し、脆化を促進する。したがつて、C含有量は0.15~

0.25%とする。

Ni: 0.75~2%

Niは強度の向上をはかるとともに靱性を向上するため有効な元素である。しかし、0.75%未満ではその効果が小さく、2%を超えると加熱オーステナイト変態点(A_{C1})が極度に低下し、従つて焼もどし温度を上げることができず、最高使用温度もおのずと制限を受ける。また、多量のNiはマーフェライトの生成を抑制する効果があるが、他方では M_s 点を下げ、焼入れ時の残留オーステナイトの生成による組織上の不安定を招く。また、Ni量の増加に伴つてクリープ破断強度が低くなり、2%を超えるとクリープ破断強度が著しく低下する。したがつて、Ni含有量は0.75~2%、より好ましくは1~1.5%とする。

Cr: 9.5~12.5%

Crは、鋼の耐食性、耐熱性、耐酸化性等を向上し、焼もどし温度を上昇させて2次硬化による軟化を高温側へ移行させる元素である。しかし、9.5%未満であると耐食性、耐熱性、耐酸化性等

の点で十分でなく、12.5%を超えるとC、N、Niなどのオーステナイト生成元素とMo、V、Nb、Taなどのフェライト生成元素との量的関係からフェライトを完全に消滅させることが困難となる。したがって、Cr含有量は9.5～12.5%とする。

Mo : 1～1.75%

Moは、強力な炭化物生成元素であり、 Mo_3C を生成して高温強度の向上および2次硬化に有効に寄与する元素である。また、特に大型品の第2次焼もどし脆性の改善に有効な元素である。しかし、1%未満ではそれらの効果が顕著でなく、1.75%を超えて含有させてもそれ以上の効果は期待できず、かえって価格の上昇を招く。したがって、Mo含有量は1～1.75%とする。

V : 0.1～0.4%

Vは、Moと共に強力な炭化物生成元素であり、高温強度、焼もどし抵抗性を向上すると共に、結晶粒の粗大化を防止し、結果として靱性の改善をもたらすのに有効な元素である。しかし、0.1%

Zrは、少量であつても結晶粒の微細化に効果があり、高温強度を阻害することなく、顕著な結晶粒微細化効果によつて靱性の改善をもたらすのに有効な元素である。また、V、Nb、Taなどを多量に添加した場合にはフェライト生成の危険を生じるので、Zrを複合添加することによつて靱性を向上させるのに有効でもある。しかし、0.02%未満では上記の効果が小さく、0.1%を超えるとZrの炭化物を生じて清浄度を害し、かえつて靱性をそこねるおそれがある。したがって、Zr含有量は0.02～0.1%とする。

W : 0.3～1%

Wは、強力な炭化物生成元素であり、高温強度の向上および2次硬化に有効に寄与する元素であり、0.3～1%程度の添加でMoとの複合効果をもたらして高温強度を上げる。しかし、0.3%未満ではその効果が顕著でなく、1%を超えてもそれ以上の効果は期待できない。したがって、Wは必要に応じて0.3～1%の範囲で添加する。

Co : 0.5～1.5%

未満であると、強度および靱性の向上は少なく、0.4%を超えると強力なフェライト生成元素であるためフェライトの生成を助長すると共に高温長時間側で炭化物の凝集を促進して高温強度の劣化をまねくおそれがある。したがって、V含有量は0.1～0.4%とする。

Nb、Taの1種または2種 : 0.1～0.4%

Nb、Taは、Mo、Vと共に強力な炭化物生成元素であり、高温強度、焼もどし抵抗性を改善すると共に、結晶粒の粗大化を防止し、結果として靱性の向上をもたらす元素である。この元素は、単味で多量添加するよりも少量でかつ他の元素と共に複合添加する方が一層効果的である。しかし、0.1%未満であると強度および靱性の向上は小さく、0.4%を超えるとフェライトの生成を助長すると共に、高温長時間側で炭化物の凝集を促進し、高温強度の劣化をきたすおそれがある。したがって、Nb、Taはこれらの1種または2種合計で0.1～0.4%とする。

Zr : 0.02～0.1%

Coは、強力なオーステナイト生成元素であり、フェライトの生成を阻止すると共に、Niとは異なり加熱オーステナイト変態点(A_{c1})を下げないという効果がある。また、クリープ強度の向上にも寄与する効果がある。しかし、0.5%未満ではその効果が小さく、1.5%を超えると高価なものとなる。したがって、Coは必要に応じて0.5～1.5%の範囲、より望ましくは0.8～1.2%の範囲で添加する。

以下、この発明の実施例を説明する。

実施例 1

第1表に示す化学成分の鋼を1000 ϕ ずつ溶解し、一辺が50mmの角棒材に鍛造した。次いで、この鍛造品に対し、重量3トンの大型鍛造品の $1/4$ 直径部の焼入れ冷却速度を模倣した条件で焼入れし、その後焼もどしを行つて試験に供した。



表 1

鋼 種	化 学 成 分 (重量%)											本発明鋼 比較鋼
	C	Ni	Cr	Mo	W	V	Nb+Ta	Co	B	Zr		
1	0.17	1.24	11.55	1.23	—	0.25	0.21	—	—	0.04		
2	0.20	1.10	12.04	1.18	0.84	0.23	0.31	—	—	0.06		
3	0.16	1.42	11.85	1.31	—	0.29	0.19	0.79	—	0.03		
4	0.17	1.19	11.06	1.38	0.44	0.20	0.21	1.00	—	0.03		
11	0.19	0.54	11.24	0.65	—	0.36	0.26	—	—	—		比較鋼
12	0.20	0.61	11.50	0.90	—	0.18	0.26	—	0.021	—		

上記焼入れ焼もどしに際し、熱処理後の硬さがHRC 28～30となるようにし、その後、試験温度を変えて2 mVノッチシャルピー衝撃吸収エネルギーを調べたところ、添付図面に示す結果となった。

図面に示すように、この発明による鋼種1～4は、同一硬さレベルであつても衝撃遷移曲線が低温側にずれており、比較鋼種11, 12に比べていずれも衝撃値が高いことが明らかである。これはNiの添加およびMoの増加に加え、ZrさらにはW, Coの複合添加効果であると考えられる。

次に、同じ供試鋼を用いて550℃でのクリープ破断特性を調べたところ、第2表に示す結果であつた。

表 2

鋼 種	550℃におけるクリープ破断強度 (kgf/mm^2)		
	100 hr.	300 hr.	1000 hr.
1	43	41	39
2	44	42	40
3	44	42	40
4	45	43	40
11	40	38	37
12	44	43	40

第2表に示すように、本発明鋼種1～4ではいずれも良好なるクリープ破断強度を有していることが明らかである。

以上の各試験からもわかるように、この発明による耐熱鋼は、高温強度がすぐれていると同時に室温付近での靱性が高く、しかも製造性が良好で低価格であるうえ熱間加工や熱処理も容易であるなどのすぐれた特徴を有している。

実施例 2

高周波誘導溶解後に真空アーク再溶解を行つて、第3表に示す化学成分の2トン鋼塊を製造した。

次に、上記各鋼塊からガスタービンディスクを想定して直径約1000mm、厚さ250mmの円盤に鍛造した。次いで、本発明鋼5、6については、1050℃油冷→650℃空冷→630℃空冷の条件で、比較鋼13については、1050℃油冷→650～680℃空冷の条件で焼入れ焼もどし処理を行つたのち試験に供した。この試験では、 $1/4$ 直径での半径方向の引張特性、靱性(2mmVノッチシャルピー衝撃試験)およびクリープ破断特性を調べた。それらの結果を第4表に示す。

第3表

鋼種	化学成分(質量%)									備考
	C	Ni	Cr	Mo	W	V	Nb-Ta	Co	Zr	
5	0.18	0.95	11.61	1.25	—	0.25	0.20	—	0.02	本発明鋼
6	0.18	0.97	11.31	1.26	0.44	0.25	0.20	0.99	0.04	—
13	0.23	0.67	11.1	1.05	—	0.31	—	—	—	比較鋼

第4表

項目		5				6				13			
内容	温度	室温	450℃	500℃	550℃	室温	450℃	500℃	550℃	室温	450℃	500℃	550℃
	0.2%耐力(kgf/mm^2)	77.3	59.9	57.3	46.5	75.1	58.6	53.7	46.4	73.1	54.5	51.2	44.4
引張特性	引張強さ(kgf/mm^2)	92.7	70.3	63.9	55.8	92.0	71.1	63.7	56.0	91.3	68.4	62.5	54.8
	伸び(%)	18.8	18.8	27.2	27.5	20.0	22.8	23.1	31.6	14.2	13.8	16.0	23.5
	絞り(%)	56.9	65.5	75.0	78.6	57.8	65.5	73.5	80.9	53.6	57.2	61.3	74.3
靱性	25℃での衝撃吸収エネルギー($\text{kgf}\cdot\text{m}$)	4.6				4.9				3.6			
	50%FATT*(℃)	+30				+27				+58			
550℃でのクリープ破断強度(kgf/mm^2)	100 hr	40				41				31			
	1000 hr	37				38				28			

* 50%FATTとは、破面の脆性破面率が50%になる温度をいう

第4表に示すように、本発明鋼は比較鋼に対して引張特性、靱性およびクリープ破断強度のいずれにおいてもすぐれた値をもつことが明らかであり、また、2000 hr以上の破断伸びにおいても約20%を示し、十分良好な値をもつため、長時間使用後も切欠弱化は生じないというすぐれた特性を有している。

次に、脆化熱処理後の2 mVノッチシャルピー衝撃吸収エネルギーおよび50% FATTの値を調べたところ、第5表に示す結果となつた。なお、ここで行つた脆化熱処理条件は、594℃×1 hr - (炉冷) → 538℃×15 hr - (炉冷) → 524℃×24 hr - (炉冷) → 496℃×48 hr - (炉冷) → 469℃×72 hr - (炉冷) → 316℃ → 空冷である。

第5表

項 目		5	6	13
靱 性	25℃での衝撃吸収エネルギー (Kgf・m)	4.5	4.7	3.2
	50% FATT(℃)	+32	+26	+62

第5表に示すように、本発明鋼では脆化熱処理後も第4表に示す靱性値と有意差は認められず、本発明鋼は高温長時間使用後も脆化しないという特質を有していることがわかる。

以上説明してきたように、この発明による耐熱鋼は、重量%で、C: 0.15~0.25%、Ni: 0.75~2%、Cr: 9.5~12.5%、Mo: 1~1.75%、V: 0.1~0.4%、Nb, Taの1種または2種: 0.1~0.4%、Zr: 0.02~0.1%を含み、必要に応じて、W: 0.3~1%、Co: 0.5~1.5%を含有し、残部Feおよび不可避免の不純物よりなるものであるから、高温特性がすぐれ、最高使用温度を500℃以上の高い温度まで上げることが可能であり、それゆえ従来のように最高使用温度を下げるための設計面からの特別な配慮を緩和することができ、加えて室温付近での靱性が高く、製造性が良好で安価であるという非常にすぐれた効果を有し、例えば、ガスタービンディスク、ジェットエンジンディスク、スチームタービンディスク、高温ガス圧縮機用ディスク、高温ガスエキ

スパンダー用回収タービン、高温用各種ロータなどの素材に適しているという著大なる効果を有する。

4.図面の簡単な説明

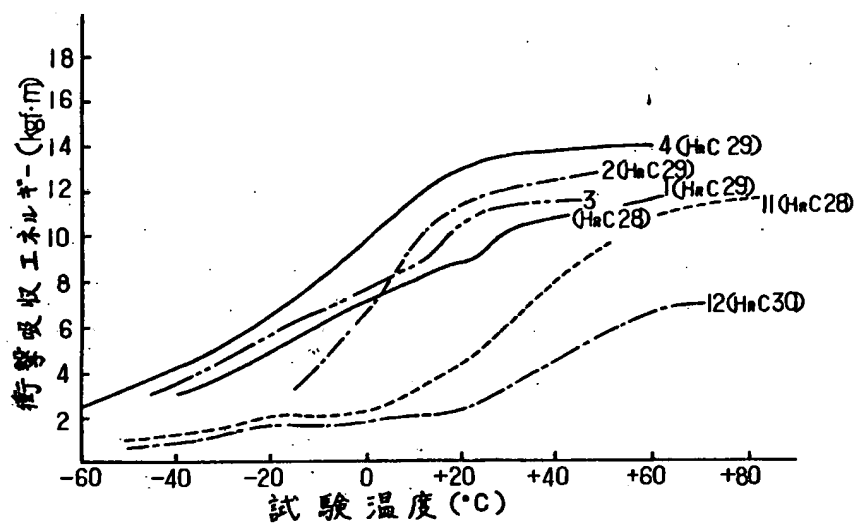
図面はこの発明の実施例において調べた試験温度と衝撃吸収エネルギーとの関係調べた結果を示すグラフである。

特許出願人 三菱重工業株式会社

同 出願人 大同特殊鋼株式会社

代理人弁理士 小 塩 豊

図 面



第1頁の続き

- ⑦発明者 渡辺和紀
東京都大田区南馬込1の19の1
- ⑧発明者 佐々木恒一
高崎市正観寺町673の3
- ⑨出願人 大同特殊鋼株式会社
名古屋市南区星崎町字緑出66番
地